

Process for manufacturing holes on the circumference of hollow sections

Patent number: DE19647963
Publication date: 1998-05-28
Inventor: HAAG ULRICH DIPL ING (DE); HARDTKE UWE DIPL ING (DE); HUELSBERG THOMAS DIPL ING (DE)
Applicant: DAIMLER BENZ AG (DE)
Classification:
- international: B21D26/02; B21D28/28; B21D26/00; B21D28/24;
(IPC1-7): B21D26/02; B21D28/28; B21D28/34
- european: B21D26/02H; B21D28/28
Application number: DE19961047963 19961120
Priority number(s): DE19961047963 19961120

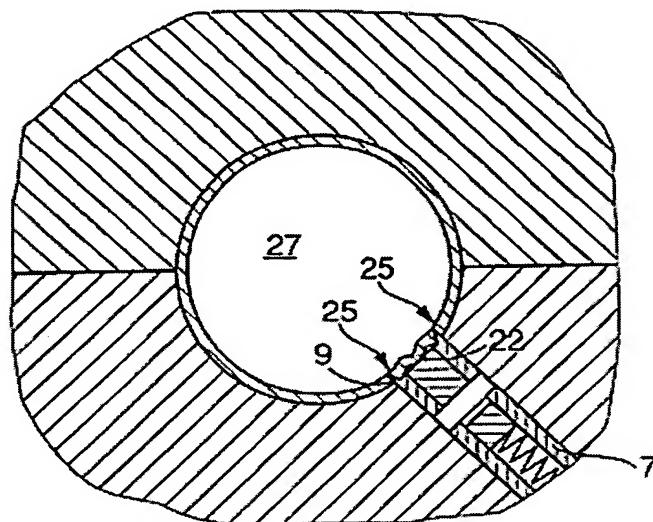
Also published as:
E P0849012 (A1)
US 6484551 (B1)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE19647963

Abstract of corresponding document: **US6484551**

A process for manufacturing holes on the circumference of a hollow section situated in an internal high pressure forming tool uses the action of a punch integrated in the forming tool. A desired breaking point is formed on the hollow section, which follows the edge contour of the operating face of the punch; and after the withdrawal of the punch, the hollow section material surrounded by the desired breaking area, acted upon by internal high pressure, is extracted from the hollow section from the inside to the outside, forming a hole. In order to produce holes on the circumference of hollow sections, in which the shape of the outer circumference of the hollow section is maintained, the wall of the hollow section is weakened to form an unstable thin area. The punch penetrates into the wall of the hollow section at an internal high pressure which corresponds to the forming pressure for forming a hollow blank inserted in the forming tool. When the punch is withdrawn, the internal high pressure, tears the hollow section material surrounded by the thin area out of the hollow section in the withdrawal direction of the punch.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

2007007/2001

(19) **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

**Offenlegungsschrift
DE 196 47 963 A 1**

(51) Int. Cl. 6:
B 21 D 26/02
B 21 D 28/28
B 21 D 28/34

(21) Aktenzeichen: 196 47 963.0
(22) Anmeldetag: 20. 11. 96
(43) Offenlegungstag: 28. 5. 98

(71) Anmelder:
Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,
DE

(72) Erfinder:
Haag, Ulrich, Dipl.-Ing., 21079 Hamburg, DE;
Hardtke, Uwe, Dipl.-Ing., 21629 Neu Wulmstorf, DE;
Hülsberg, Thomas, Dipl.-Ing., 21224 Rosengarten,
DE

(56) Entgegenhaltungen:
DE 1 95 06 067 C1
DE 43 22 063 C1
DE-AS 15 52 122

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Löchern am Umfang von Hohlprofilen

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Löchern am Umfang eines in einem Innenhochdruck-Umformwerkzeug befindlichen Hohlprofils, wobei am Hohlprofil durch Beaufschlagung eines in das Umformwerkzeug integrierten Stempels eine der Randkontur der beaufschlagenden Stirnfläche des Stempels folgende Sollbruchstelle ausgebildet wird und wobei nach Zurückziehen des Stempels das von der Sollbruchstelle umgebene Hohlprofilmaterial innenhochdruckbeaufschlagt aus dem Hohlprofil von innen nach außen unter Bildung eines Loches herausgetrennt wird. Gleichfalls betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Herstellung derartiger Löcher. Um innerhalb des Innenhochdruck-Umformwerkzeuges am Umfang von Hohlprofilen in einfacher Weise prozeßsicher und hoher Standzeit der Vorrichtung Löcher erzeugen zu können, wobei der Formverlauf des Außenumfangs des mit einem Loch zu versehenden Hohlprofils bestehen bleibt, wird vorgeschlagen, durch ein Eindringen des Stempels in die Wandung des Hohlprofils bei einem Innenhochdruck, der einem Umformdruck zum Umformen eines hohlen, in das Umformwerkzeug eingebrachten Rohlings entspricht, die Wandung des Hohlprofils unter Ausbildung einer labilen, die Sollbruchstelle bildenden Dünnstelle zu schwächen, und beim Zurückziehen des Stempels allein durch die Einwirkung des Innenhochdruckes das von der Dünnstelle umgebene Hohlprofilmaterial aus dem Hohlprofil in Rückzugsrichtung des Stempels herauszureißen, wodurch das Loch erzeugt wird.

DE 196 47 963 A 1

BEST AVAILABLE COPY

DE 196 47 963 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Löchern am Umfang eines in einem Innenhochdruck-Umformwerkzeug befindlichen Hohlprofils gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 sowie eine Vorrichtung zur Herstellung dieser Löcher gemäß dem Oberbegriff nach Anspruch 10.

Ein gattungsgemäßes Verfahren bzw. eine gattungsgemäßes Vorrichtung ist aus der DE 195 06 067 C1 bekannt. Dabei wird die Wandung eines in einem Innenhochdruck-Umformwerkzeug eingelegten Hohlprofils von einem in das Umformwerkzeug integrierten Stempel von außen gegen einen im Hohlprofil herrschenden Innendruck, der geringer als der zur Umformung eines hohlen Röhrlings mittels Innenhochdruckumformen übliche Umformdruck ist, beaufschlagt. Der tellerförmige ebene Stempel dringt in die Wandung des Hohlprofils ein, wobei das verdrängte fließfähige Profilmaterial sich an der Innenseite des Hohlprofils im wesentlichen gleichmäßig aufhäuft. Durch den Stempel wird somit eine Einstülpung des Hohlprofils erzielt, deren Rand von der Prätekante bzw. dem Umfang des Stempels ausgebildet wird. Dabei erfolgt eine Kaltverfestigung des Hohlprofilmaterials, wonach bei Zurückziehen des Stempels vom nun steigenden Innendruck die Einstülpung wieder nach außen gedrückt wird. Die auf Stempelseite ausgebildete Randkante der Einstülpung bildet hierbei eine hohlofilmaterial-eigene Scherkante für den von dieser umgebenen Boden der Einstülpung. Dadurch wird am Ort der Scherkante eine umlaufende Sollbruchstelle für das Hohlprofil ausgebildet, so daß der Trennvorgang des besagten Bodens bzw. des späteren Lochbutzens schon vor dem eigentlichen Herausschneiden mittels der am Rand der Führungsbohrung des Stempels an der Matrize ausgebildeten Schneidkante beginnt. Das Herausschneiden wird daher durch den vorausgehenden Trennvorgang an einer definierten Stelle erleichtert.

Bei der Ausbildung der Einstülpung und der Sollbruchstelle fällt die Hohlofilwandung im Bereich des zukünftigen Lochrandes aufgrund des gegenüber einem Umformdruck geringeren Innenhochdruckes durch die Stempelaufschlagung nach innen ein. Es wird die Einstülpung zwar durch den steigenden Innendruck im Hohlprofil bis zu einem gewissen Grad herausgedrückt, jedoch verbleiben nach der Locherzeugung noch größere Einfallradien, die in verschiedenen Applikationsfällen, bspw. aufgrund der geringeren Verteilungsmöglichkeit der Hertz'schen Pressung und der kleineren Auflagefläche bei der Befestigung von Anbauteilen am Hohlprofil, in erheblichen Maße unerwünscht sind. Zur Vermeidung dieser Verformung des Außenumfangs des Profiles wäre dabei eine Nachkalibrierung des Hohlprofils mittels eines Umformdruckes notwendig. Infolge des vor dem eigentlichen Ausschneiden beginnenden Trennvorganges und des anschließenden endgültigen Ausschneidens des Lochbutzens wird jedoch schon vor einem Nachkalibrieren ein Loch erzeugt, wonach ein Druckausgleich zwischen dem Hohlofilinnenraum und dem an das Loch anschließenden Raum außerhalb des Hohlprofils erfolgt. Eine Kalibrierung des Hohlprofils ist somit im Bereich des Loches nicht mehr möglich und die Beseitigung dieser Radien ohne weiteres nicht erreichbar. Des Weiteren ist eine aufwendige Drucksteuerung erforderlich, um den geeigneten Prozeßdruck in jeder Phase des Trennverfahrens zu erhalten, da für jede Phase unterschiedliche Druckniveaus vorgesehen sind. Weiterhin muß die Schneidkante an der Werkzeugmatrize für ein endgültiges und sauberes Herausschneiden sehr exakt und scharf ausgebildet sein, was bei der Werkzeugherstellung durchaus von erwähnenswertem Aufwand ist. Darüber hinaus stumpft die Schneidkante nach einer be-

stimmten Betriebsdauer des Werkzeugs durch die vielfache Beaufschlagung von Hohlofilen bei einer Massenfertigung ab, so daß die Schneidkante zum einen in Wartungsintervallen hinsichtlich ihrer Scharfkantigkeit nachgeprüft

- 5 werden muß, und zum anderen bei unzulässiger Abstumpfung nachgeschliffen muß. Der Wartungsaufwand ist erheblich und teuer, wobei das ohnehin kostspielig hergestellte Umformwerkzeug nach einiger Zeit aufgrund zu großer Abnutzung durch mehrere zuvor erfolgte Abschleifungen unbrauchbar wird. Dabei wird der Lochdurchmesser zwangsläufig größer, was bei engen Toleranzvorgaben bei der Fertigung unerwünscht ist und was die Führung des beaufschlagenden Stempels wesentlich beeinträchtigt. Letzteres führt zu einer von Hohlprofil zu Hohlprofil ungleichen 15 Herstellung der Sollbruchstelle, was sich ungünstig auf die Qualität und die exakte Reproduzierbarkeit der Locherzeugung auswirkt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Verfahren bzw. eine gattungsgemäßes Vorrichtung dagehend weiterzubilden, daß innerhalb des Innenhochdruck-Umformwerkzeuges am Umfang von Hohlofilen in einfacher Weise prozeßsicher und hoher Standzeit der Vorrichtung Löcher erzeugt werden können, wobei der Formverlauf des Außenumfangs des mit einem Loch zu versetzenden Hohoprofil bestehen bleibt.

Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 hinsichtlich des Verfahrens und durch die Merkmale des Patentanspruches 10 hinsichtlich der Vorrichtung gelöst.

- 20 Dank der Erfindung wird eine Sollbruchstelle in Form einer Dünnstelle geschaffen, die derart bemessen ist, daß beim Zurückziehen des Stempels das von der Dünnstelle umgebene Hohlofilmaterial, also der Lochbutzen in einfacher Weise durch den dem Umformdruck beim Innenhochdruck- 30 Umformen entsprechenden Innenhochdruck getrieben herausgerissen wird. Einen anderen Anteil an dem Trennvorgang des Lochbutzens trägt hierbei das Innenhochdruck-Umformwerkzeug nicht und wird dadurch vor einer schädigenden Beaufschlagung durch das Hohlprofil an der Kante der Führungsbohrung des Stempels verschont, wodurch die Standzeit des Werkzeugs keine Einschränkung erleidet. Gleichzeitig wird die Prozeßsicherheit erhöht, da die Führungsbohrung des Stempels hinsichtlich einer Abnutzung an der in die Gravur übergehenden Randkante unberührt bleibt 40 45 und es daher keine Abweichungen bei der Ausbildung der Sollbruchstelle gibt. Die Erzeugung des Loches ist dabei nahezu toleranzfrei und exakt maßhaltig reproduzierbar. Lediglich der Stempel unterliegt einer Abnutzung, die jedoch gering ist, da sie nur in das Hohlprofil eindringen und es nicht durchschneiden müssen. Außerdem ist der Stempel ohne weiteres auswechselbar. Dadurch, daß der erfindungsgemäßige Locherzeugungsvorgang während der gesamten Prozeßdauer unter einem cinheitlichen Druckniveau stattfindet, werden nur geringe Anforderungen an eine Drucksteuerung gestellt. Dieses Druckniveau entspricht in seiner Höhe dem Innenhochdruck-Umformdruck beim Profilieren eines hohlen Röhrlings oder beim Kalibrieren des Hohoprofilen. Dadurch wird das Hohlofilmaterial um den Rand des zu erzeugenden Loches herum auch beim Eindringen des 50 55 Stempels stets gegen die Gravurwandung gepreßt, so daß durch ein Eindrücken der Hohlofilwandung entstehende Einfallradien vermieden werden und somit die äußere Verlaufsstrecke des Hohoprofil gewahrt bleibt.

Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung können den Unteransprüchen entnommen werden, im übrigen ist die Erfindung anhand zweier in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsbeispiele nachfolgend näher erläutert; dabei zeigt:

Fig. 1 die erfundungsgemäße Vorrichtung in einem Querschnitt mit einem in die Gravur des Innenhochdruck-Umformwerkzeuges eingelegten Hohlprofil und einem mit einer Ringschneide versehenen Stempel in Nichtgebrauchslage des Stempels in drucklosem Zustand des Werkzeuges vor der Bearbeitung des Hohlprofils,

Fig. 2 die Vorrichtung aus **Fig. 1** in mit einem Umformdruck beaufschlagendem Zustand des Werkzeuges,

Fig. 3 die Vorrichtung aus **Fig. 1** in Gebrauchslage des Stempels in mit einem Umformdruck beaufschlagendem Zustand des Werkzeuges,

Fig. 4 die Vorrichtung aus **Fig. 1** nach der Bearbeitung des Hohlprofils,

Fig. 5 die erfundungsgemäße Vorrichtung in einem Querschnitt mit einem in die Gravur des Innenhochdruck-Umformwerkzeuges eingelegten Hohlprofil und einem mit einer ringförmigen prägefähigen Wandung versehenen Stempel in Gebrauchslage des Stempels in druckbeaufschlagendem Zustand des Werkzeuges,

Fig. 6 die Vorrichtung aus **Fig. 5** in Nicht-Gebrauchslage des Stempels nach Bearbeitung des Hohlprofils,

Fig. 7 die Vorrichtung aus **Fig. 5** in Nicht-Gebrauchslage des Stempels nach Bearbeitung des Hohlprofils beim Verklemmen des Lochbutzens im Loch in drucklosem Zustand des Werkzeuges,

Fig. 8 die Vorrichtung aus **Fig. 5** in geöffnetem Zustand des Werkzeuges beim Herausnehmen des fertigbearbeiteten Profiles.

In **Fig. 1** ist ein zweigeteiltes Innenhochdruck-Umformwerkzeug 1 dargestellt, welches aus einem Oberwerkzeug 2 und einem Unterwerkzeug 3 besteht, die die beiden Hälften des Werkzeuges 1 bilden. Die Teileflächen 21 der von Ober- und Unterwerkzeug 2, 3 ist horizontal ausgerichtet. In der vom Ober- und Unterwerkzeug 2, 3 ausgebildeten Gravur 4 ist ein rohrförmiges Hohlprofil 5 mit kreisrundem Querschnitt eingesetzt. Hierbei sind jedoch auch andere Querschnittsgeometrien des Hohlprofils 5 und entsprechende Formen der Gravur 4 denkbar. Auch kann das Hohlprofil 5 über seine Länge hinweg ein- oder mehrfach gebogen sein.

Unter einem Winkel von etwa 45° zur Hohlprofilachse ist in das Unterwerkzeug 3 eine feinbearbeitete Führungsbohrung 6 eingearbeitet, die radial zur Gravur 4 ausgerichtet ist und in dieser ausmündet. In der Führungsbohrung 6 ist ein Schneidestempel 7 verschiebbar geführt. Der Schneidestempel 7 liegt mit nur geringem Spiel an der Wandung der Führungsbohrung 6 an, wobei diese und/oder der Stempelumfang zur Verminderung von Verschleiß und zur Reibungsreduzierung der beiden Reibungspartner Stempel 7 und Führungsbohrungswandung mit einer Verschleißschutzschicht versehen sein kann, die die Gleiteigenschaften des Stempels 7 in der Führungsbohrung 6 erhöht. Die Führungsbohrung 6 kann auch unter anderen Winkeln gelagert und muß nicht zwangsweise radial ausgerichtet sein. Die radiale Ausrichtung ist jedoch für eine einfache Ausbildung des Stempels 7 bei einem rohrförmigen Hohlprofil 5 günstig.

Der Stempel 7 ist als zylindrisch mit kreisrundem Querschnitt ausgebildet. An seiner der Gravur 4 zugewandten Stirnseite 8 weist der Stempel 7 eine mit der Außenseite 34 mit dem Umfang des Stempels 7 fluchtende Ringschneide 9 auf, die in der aus der **Fig. 1** ersichtlichen Nicht-Gebrauchsstellung des Stempels 7 an der Außenseite 10 des Hohlprofils 5 durchgängig anliegt und dabei umlaufend bündig mit der Gravur 4 abschließt. Die Ringschneide 9 begrenzt eine Mulde 11, deren Grund von der Stirnseite 8 gebildet wird. Die Mulde 11 und gleichzeitig auch die Stirnseite 8 ist von ihrer Form dahingehend ausgebildet, daß das später vom Stempel 7 beaufschlagte Wandungsstück des Hohlprofils 5

nahezu gänzlich aufgenommen werden kann.

Der Stempel 7 weist eine axiale Bohrung 12 auf, in der ein Stößel 13 mit geringem Spiel geführt ist. Der Stößel 13 ist durch einen Haltebolzen 14 gesichert, der in eine Querbohrung 15 des Stempels 7 eingepreßt ist. Zur Ermöglichung einer Verschiebung weist der Stößel 13 ein axial verlaufendes Langloch 16 auf, dessen Enden 17, 18 die Anschläge am Haltebolzen 14 bilden. Der Stößel 13 ist aufwärtsgerichteter Seite 19 von einer Druckfeder 20 abgestützt bzw. wird von dieser zur Gravur hin getrieben. Die Abstützung sowie der Antrieb des Stößels 13 kann jedoch auch hydraulisch, pneumatisch oder durch ein Schieberglied mechanisch erfolgen. Der Stößel 13 liegt ebenfalls mit seiner Stirnseite 35 in Nicht-Gebrauchsstellung des Stempels 7 am Hohlprofil 5 an, wobei das Ende 18 des Langloches 16 am Haltebolzen 14 anliegt. In diesem Stadium herrscht im Hohlprofil 5 ein Druck, der geringer ist als ein Druck, der das Hohlprofil 5 nach außen aufweiten würde, bspw. Atmosphärendruck.

Wird der Druck auf einen Umformdruck von etwa 2000 bar erhöht, beginnt sich das Hohlprofil 5 in die Mulde 11 des noch immer in Nicht-Gebrauchsstellung befindlichen Stempels 7 aufzuweiten (**Fig. 2**). Dabei wird der Stößel 13 zu seinem anderen Anschlag, also zur Anlage seines Langlochendes 17 am Haltebolzen 14 gegen die Kraft der Druckfeder 20 verschoben, welche in einen vorgespannten Zustand übergeht. Der Stößel 13 wirkt hierbei quasi als Gegenhalter, wie er auch von der Ausbildung von T-Stücken durch Innenhochdruck-Umformen her bekannt ist. Es bildet sich eine Beule 22 am Hohlprofil 5 aus, wobei beim Fließen des Hohlprofilmaterials in die Mulde 11 hinein dieses im Randbereich 23 der Führungsbohrung 6 am Übergang zur Gravur 4 durch Ziehen des Materials über den Führungsbohrungsrand ausgedünnt wird. Die Stirnseite 35 des Stößels 13 bildet dann in seiner Nicht-Gebrauchsstellung zusammen mit der Stirnseite 8 des Stempels 7 den Grund der Aufweitmulde 11.

Danach wird der Stempel 7 zur Gravur 4 hin entgegen dem unvermindert hohen Innenhochdruck mittels einer Hochdruck erzeugende als Antriebsmittel wirkende Hydraulik verschoben, bis daß die Ringschneide 9 in die Hohlprofilwandung 24 in Form eines Einstechens einschneidet. Das Einschneiden läßt eine Dünnstelle 25 in der Hohlprofilwandung 24 entstehen, wobei gleichzeitig die Beule 22 des zukünftigen Lochbutzens 26 durch die Stempelbewegung etwas in Richtung des Innenraumes 27 des Hohlprofils 5 zurückgedrängt wird (**Fig. 3**). Die Erzeugung der Dünnstelle 25 wird durch das vorhergehende Ausdünnen des Hohlprofilmaterials im Randbereich 23 durch das Aufweiten des Hohlprofils 5 unterstützt, wobei das Einschneiden dann mit nur geringerer Eindringtiefe erfolgen muß als das Einschneiden ohne vorheriges Ausdünnen. Dabei wird auch die Ringschneide 9 hinsichtlich ihrer verschleißbedingten Nutzung etwas geschont.

Nach dem Erzeugen der Dünnstelle 25 wird der Stempel 7 schlag- bzw. ruckartig in die Nicht-Gebrauchsstellung zurückgezogen, worauf die Dünnstelle 25 umlaufend reißt. Die Wandstärke der Dünnstelle 25 ist dabei derart bemessen bzw. derart labil, daß der Lochbutzen 26 ohne weiteres aus der Hohlprofilwandung 24 herausgerissen wird. Aufgrund des sauberen Schnittes durch die Ringschneide 9 ist der Rand 28 des erzeugten Loches 29 zur Außenseite 10 des Hohlprofils 5 hin eben und scharfkantig. Die Außenseite 10 bleibt durch den stetigen Andruck des Innenhochdruckes an die Gravur 4 auch im Bereich des Lochrandes 28 unverformt, so daß der Formverlauf des Hohlprofils 5 nach der Lochung gewahrt bleibt. Durch das ruckartige Zurückfahren des Stempels 7 wird in vorteilhafterweise die Massenträg-

heit des noch in der Hohlprofilwandung 24 befindlichen Lochbutzens 26 und der kurzzeitig zwischen der Außenseite 10 des Hohlprofils 5 und dem Stempel 7 entstehende Unterdruck zum Reißen ausgenutzt, so daß der Lochbutzen 26 ebenfalls schlagartig – ohne Kontakt zum Stempel 7 zu besitzen – allein durch die Beaufschlagung mit dem Innenhochdruck herausgerissen wird.

Beim Erzeugen mehrerer Löcher 29 durch Heraustrennen von Lochbutzen 26 von innen nach außen tritt im allgemeinen das bekannte Problem auf, daß beim Heraustrennen eines ersten Lochbutzens 26 aufgrund der nach außen nicht erreichbaren völligen Abdichtung gegenüber dem Hochdruck ein starker Druckabfall entsteht, worauf die Folgelöcher nicht oder nur unzureichend mit unmaßhaltigen Lochmaßen und Verformungen des Hohlprofils 5 im Lochrandbereich in der Art von plastischen Eindrückungen erzeugt werden können. Insbesondere tritt dies dann auf, wenn die zu erzeugenden Löcher 29 von unterschiedlich großer Querschnittsfläche sind, wobei sich das Loch 29 mit der vergleichsweise größten Querschnittsfläche als erstes aufgrund der an der Hohlprofilwandung 24 angreifenden größten Scherkraft des Innenhochdruckes ausbildet. Um dies zu vermeiden bzw. die für eine weitere maßhaltige Lochfertigung im Innenhochdruck-Umformwerkzeug 1 schädlichen Folgen zumindest zu vermindern werden nach der Erfindung in vorteilhafter Weise die Eindringtiefe des Stempels 7 mit seiner Ringschneide 9 in die Hohlprofilwandung 24 für jedes zu erzeugende Loch 29 individuell festgelegt, so daß sich für die Erzeugung nach dem Eindringen des Stempels 7 eine auf die Querschnittsfläche des betreffenden Loches 29 abgestimmte Dünnstelle 25 ausbildet. Die Wandung 24 des Hohlprofils 5 zur Herstellung eines Loches 29 von kleinerer Querschnittsfläche wird hierbei stärker geschwächt als zur Herstellung eines Loches 29 größerer Querschnittsfläche. Die Festlegung bzw. die Abstimmung ist derart ausgebildet, daß die Löcher 29 praktisch gleichzeitig entstehen. Ist bei bestimmten Löchern 29 die Heraustrennung der Lochbutzen 26 nicht ganz vollständig geschehen, so hängen diese höchstens noch an einem dünnen Wandungsfaden 30 (Fig. 4), der später nach der Entnahme des gelochten Hohlprofils 5 aus dem Umformwerkzeug 1 gekappt werden kann. Der dabei eventuell entstehende Grat ist für die Fertigungsqualität des Hohlprofils 5 von niederrangiger Bedeutung, da sich der Grat aufgrund des vorhergehenden Einschneidens durch die Ringschneide 9 des Stempels 7 nicht im Bereich der Außenseite 10 des Hohlprofils 5 befindet. Durch das erfundsgemäße Verfahren sind in einfacher Weise die verschiedensten Lochgeometrien ausbildungbar, wobei lediglich der Stempel 7 an seiner Stirnseite 8 und dessen Führungsbohrung 6 entsprechend ausgebildet sein müssen.

Der Stempel 7 kann in Nicht-Gebrauchsstellung derart in der Führungsbohrung 6 angeordnet sein, daß der von der Hohlprofilwandung 24 getrennte Lochbutzen 26 nur zum Teil das Hohlprofil 5 verlassen kann. Der Lochbutzen 26 befindet sich dabei zu etwa 3/10–5/10 der Wandstärke der Hohlprofilwandung 24 noch im Loch 29. Der Trennungsvorgang der Lochbutzens 26 aus der Hohlprofilwandung 24 ist damit abgeschlossen. Danach wird der Innenhochdruck innerhalb des Hohlprofilinnenraumes 27 vorzugsweise auf Atmosphärendruck abgesenkt, wonach der Stöbel 13 auf den Lochbutzen 26 verfahren wird. Dieser wird vom Stöbel 13 gänzlich in das Loch 29 zurückgedrückt, so daß ein Überstand des Lochbutzens 26 über der Außenseite 10 des Hohlprofils 5 vermieden wird. Aufgrund der Materialrückfederung des gelochten Hohlprofils 5 am Lochrand 28 wird immer sichergestellt, daß der Lochbutzen 26 im Loch 29 festklemmt.

Anschließend wird bei Atmosphärendruck das Umform-

werkzeug 1 geöffnet, wonach das Hohlprofil 5 diesem entnommen werden kann. Nach der Hohlprofilentnahme kann nun der Lochbutzen 26 mit Hilfe einer einfachen Vorrichtung konventionell aus dem Hohlprofil 5 herausgedrückt werden, ohne daß es zu Verformungen des Hohlprofils 5 im Bereich des Lochrandes 28 kommt. Das Herausdrücken kann beispielsweise während des Prüfvorgangs bei der Qualitätsprüfung erfolgen, wobei in einer in das Hohlprofil 5 einschiebbaren Vorrichtung verschiebbare Abstecker angeordnet sind, die zur Kontrolle der Lochungen mit den Lochbutzen 26 durch die Löcher 29 herausgedrückt werden. Bei gebogenen Hohlprofilen 5, bei denen derartige Vorrichtungen nicht einschiebbar sind, ist es denkbar, die Lochbutzen 26 nach der Hohlprofilentnahme in den Hohlprofilinnenraum 27 zu drücken und dann dies Lochbutzen 26 aus diesem durch Herausspulen mittels einer Flüssigkeit zu entfernen. Durch diese Anordnung des Stempels 7 und die Zurückdrängfunktion des Stöbels 13 für den Lochbutzen 26 kann in einfacher Weise vermieden werden, daß dieser mit großem Aufwand aus dem Umformwerkzeug 1 entfernt werden muß. Dies ist wichtig für eine störungsfreie, verfahrensökonomische Automatisierung der Fertigung gelochter Hohlprofile 5.

Natürlich ist es auch denkbar, daß der Lochbutzen 26 25 vollständig aus der Hohlprofilwandung 24 herausgerissen wird und daß danach der Lochbutzen 26 vom Stöbel 13 wieder in das Loch 29 zurückgedrückt wird. Dies ist jedoch durch den aufgrund der Materialrückfederung im Bereich des Lochrandes 28 kleineren Querschnitt des Loches 29 im Vergleich zu dem Querschnitt des herausgetrennten Lochbutzens 26 schwierig.

Alternativ zu der Herstellung der Dünnstelle 25 nach den Fig. 1–4 durch die Ringschneide 9 kann ein Prägestempel 36 eingesetzt werden, der an seiner Stirnseite 8 anstelle der Ringschneide 9 als Eindringmittel eine ringförmige Wandung 31 aufweist, die im Querschnitt rechteckig ist und mit ihrer Außenseite 32 mit dem Stempelumfang bündig abschließt, wie aus Fig. 5 ersichtlich ist. Hier befindet sich der Stempel 36 schon in Gebrauchsstellung, wobei er – angetrieben über eine hochdruckerzeugende Hydraulik mittels der ringförmigen Wandung 31 in die Hohlprofilwandung 24 eingedrungen ist und durch die Einprägung eine die Dünnstelle 25 bildende, entsprechend der Form der Wandung 32 umlaufende Wandungsschwächung erzeugt.

Beim Einprägen wird – im Unterschied zum vorhergehenden Ausführungsbeispiel, bei dem die Hohlprofilwandung 24 durch Einstechen mittels der Ringschneide 9 unter Ausbildung eines Schnittes getrennt wird – Hohlprofilmaterial der Hohlprofilwandung 24 verdrängt. Das verdrängte 50 Hohlprofilmaterial fließt in eine Mulde 33 hinein, die in der Stirnseite 8 des Stempels 36 ausgebildet ist und die von der ringförmigen Wandung 31 begrenzt wird. Die Mulde 33 wird im Gegensatz zur Mulde 11 vollständig vom fließenden Hohlprofilmaterial ausgefüllt. Dieser gezielte Materialabfluß in eine dafür vorgesehene Mulde 33 hinein ermöglicht erst die Ausbildung der gewünschten Dünnstelle 25. Mit einer ebenen tellerförmigen Ausbildung der Stempelstirnseite 8, wie sie aus der gattungsbildenden Schrift zu entnehmen ist, ist dies nicht möglich.

In Übereinstimmung mit dem ersten Ausführungsbeispiel wirkt beim Einprägen der Dünnstelle 25 im Innenraum 27 des Hohlprofils 5 ein Hochdruck im Bereich von etwa 2000 bar. Ebenfalls bei diesem Druck erfolgt vor dem Einprägen ein Aufweiten des Hohlprofils 5, das sich hier in die Mulde 33 hinein aufweit. Nach dem Einprägen wird der Stempel 36 in gleicher Weise zurückgezogen, worauf die Dünnstelle 25 umlaufend reißt (Fig. 6). Der Stöbel 13 drückt bei vorzugsweise Atmosphärendruck den erzeugten Loch-

butzen 26 in das Loch 29 zurück (Fig. 7). Nach der Verklemmung des Lochbutzens 26 im Loch 29 wird der Druck im Innenraum 27 des Hohlprofiles 5 völlig entspannt und dann das Umformwerkzeug 1 geöffnet. Die Öffnung erfolgt hier durch Anheben des Oberwerkzeuges 2, wonach das bearbeitete Hohlprofil 5 entnommen werden kann. Die Lochungsachse verläuft dabei in der Teilungsfläche 21 von Ober- und Unterwerkzeug 2, 3 (Fig. 8). Für die Erzeugung mehrerer Löcher 29 gilt das beim ersten Ausführungsbeispiel Gesagte im entsprechend übertragenen Sinne.

Das Erzugen der Löcher 29 kann sowohl bei Hohlprofilen 5 erfolgen, die in anderen Werkzeugen hergestellt wurden, als auch bei Hohlprofilen 5 stattfinden, die zuerst durch Innenhochdruck-Umformen aus einem im Umformwerkzeug 1 eingebrachten hohlen Rohling hergestellt und anschließend kalibriert werden. Das Hohlprofil 5 kann aus zusammengefügten, vorzugsweise geschweißten Halbschalen oder auch Strangpreßprofilen bestehen.

Im übrigen können die Löcher 29 auch dadurch erzeugt werden, daß das Hohlprofil 5 nach Einlegen in das Umformwerkzeug 1 durch Innenhochdruck aufgeweitet wird und das sich aufweitende Hohlprofil 5 einen in die Gravur 4 des Umformwerkzeuges 1 hineinstehenden rückwärtig abgestützten Stempel 7, bzw. 36 beaufschlagt, wodurch die Dünnstelle 25 der Hohlprofilwandung 24 ausgebildet wird. Nach abgeschlossener Aufweitung wird der Stempel 7, bzw. 36 zurückgezogen, wonach die Dünnstelle 25 unter Einwirkung des Innenhochdruckes reißt und der entstehende Lochbutzen 26 nach außen gerissen wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Löchern am Umfang eines in einem Innenhochdruck-Umformwerkzeug befindlichen Hohlprofils, wobei am Hohlprofil durch Beaufschlagung eines in das Umformwerkzeug integrierten Stempels eine der Randkontur der beaufschlagenen Stirnfläche des Stempels folgende Sollbruchstelle ausgebildet wird und wobei nach Zurückziehen des Stempels das von der Sollbruchstelle umgebene Hohlprofilmaterial innenhochdruckbeaufschlagt aus dem Hohlprofil von innen nach außen unter Bildung eines Loches herausgetrennt wird, dadurch gekennzeichnet, daß durch ein Eindringen des Stempels (7, 36) in die Wandung (24) des Hohlprofiles (5) bei einem Innenhochdruck, der einem Umformdruck zum Umformen eines hohlen, in das Umformwerkzeug (1) eingebrachten Rohlings entspricht, die Wandung (24) des Hohlprofiles (5) unter Ausbildung einer labilen, die Sollbruchstelle bildenden Dünnstelle (25) geschwächt wird, und daß beim Zurückziehen des Stempels (7, 36) allein durch die Einwirkung des Innenhochdruckes das von der Dünnstelle (25) umgebene Hohlprofilmaterial aus dem Hohlprofil (5) in Rückzugsrichtung des Stempels (7, 36) herausgerissen wird, wodurch das Loch (29) erzeugt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandung (24) des Hohlprofils (5) zur Herstellung eines Loches (29) von kleinerer Querschnittsfläche stärker geschwächt wird als zur Herstellung eines Loches (29) größerer Querschnittsfläche.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das vom Stempel (7, 36) beaufschlagte Hohlprofilmaterial in eine Mulde (11, 33) an seiner Stirnfläche (8) hineinverdrängt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandungsschwächung durch Einprägen des Stempels (36) in die Hohlprofilwandung (24) er-

folgt.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandungsschwächung durch Einstechen eines mit einer Ringschneide (9) versehenen Stempels (7) in das Hohlprofilmaterial erfolgt.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Beaufschlagung des Hohlprofiles (5) durch den Stempel (7, 36) durch Aufweiten des Hohlprofiles (5) mittels des Innenhochdruckes in eine in der Stirnfläche (8) des Stempels (7, 36) eingearbeitete Aufweitmulde (11, 33) Hohlprofilmaterial aus dem Bereich der zu bildenden Sollbruchstelle in die Aufweitmulde (11, 33) hineinverdrängt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zuerst durch Innenhochdruck-Umformen das Hohlprofil (5) aus einem in das Umformwerkzeug (1) eingebrachten hohlen Rohling hergestellt und anschließend kalibriert wird und daß danach im gleichen Umformwerkzeug (1) die Herstellung der Löcher (29) erfolgt.
8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das von der Dünnstelle (25) umgebene Hohlprofilmaterial nach einem ruckartigen Zurückziehen des Stempels (7, 36) aus der Hohlprofilwandung (24) herausgerissen wird.
9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Hohlprofil (5) durch Innenhochdruck aufgeweitet wird und daß die Dünnstelle (25) der Hohlprofilwandung (24) dadurch ausgebildet wird, daß das sich aufweitende Hohlprofil (5) einen in die Gravur (4) des Umformwerkzeuges (1) hineinstehenden Stempel (7, 36) beaufschlagt.
10. Vorrichtung zum Herstellen von Löchern am Umfang von Hohlprofilen, mit einem Innenhochdruck-Umformwerkzeug, in dessen Gravur das Hohlprofil zur Herstellung des jeweiligen Loches aufgenommen ist, und mit einem Stempel, der in einer von der Gravur des Umformwerkzeuges ausgehenden Führungsbohrung durch Antriebsmittel verschiebbar aufgenommen ist, wobei der Stempel in einer Gebrauchsstellung mit seiner der Gravur zugewandten Stirnseite aus der Führungsbohrung herausragt und das Hohlprofil zur Ausbildung einer der Randkontur des Stempels entsprechend folgenden Sollbruchstelle beaufschlagt und in einer Nicht-Gebrauchsstellung völlig in die Führungsbohrung zurückgezogen angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß an der dem Hohlprofil (5) zugewandten Stirnseite (8) des Stempels (7, 36) im Randbereich ein von dieser abragendes Eindringmittel (9, 31) angeordnet ist, mit dem eine die Wandung (24) des Hohlprofiles (5) schwächende Sollbruchstelle herstellbar ist, und daß durch das Antriebsmittel der Stempel (7, 36) gegen einen im Hohlprofil (5) erzeugten, einem Umformdruck zum Umformen eines hohlen, in das Umformwerkzeug (1) eingebrachten Rohlings entsprechenden Innenhochdruck in der Gebrauchsstellung abgestützt ist, wobei in dieser die Eindringtiefe des Eindringmittels (9, 31) in der Wandung (24) des Hohlprofiles (5) derart bemessen ist, daß in der Hohlprofilwandung (24) eine labile, die Sollbruchstelle bildende Dünnstelle (25) entsteht, die beim Zurückziehen des Stempels (7, 36) durch alleinige Beaufschlagung mit dem Innenhochdruck allseits reißt.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Eindringmittel eine ringförmige Wandung (31) ist, die im Querschnitt rechteckig ist und mit ihrer Außenseite (32) mit dem Stempelumfang bündig abschließt.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Eindringmittel eine Ringschneide (9) ist, deren Außenseite (34) mit dem Stempelumfang fluchtet.

13. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Stempel (7, 36) an seiner Stirnseite (8) eine Mulde (11, 33) aufweist, die vom Eindringmittel (9, 31) begrenzt ist. 5

14. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsmittel eine hochdruckerzeugende Hydraulik ist. 10

15. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Stempel (7, 36) eine axiale Bohrung (12) aufweist, in der ein Stöbel (13) geführt ist, durch welchen das aus der Hohlprofilwandung (24) herausgerissene, einen Lochbutzen (26) bildende Material aus der Führungsbohrung (6) des Stempels (7, 36) herausdrückbar ist. 15

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Hohlprofil (5) zugewandte Stirnseite (35) des Stöbels (13) in dessen Nicht-Gebrauchs-lage den Grund einer Aufweitmulde (11, 33) in der Stirnseite (8) des Stempels (7, 36) bildet. 20

17. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Stöbel (13) bis zur Anlage an das Hohlprofil (5) verschiebbar ist. 25

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

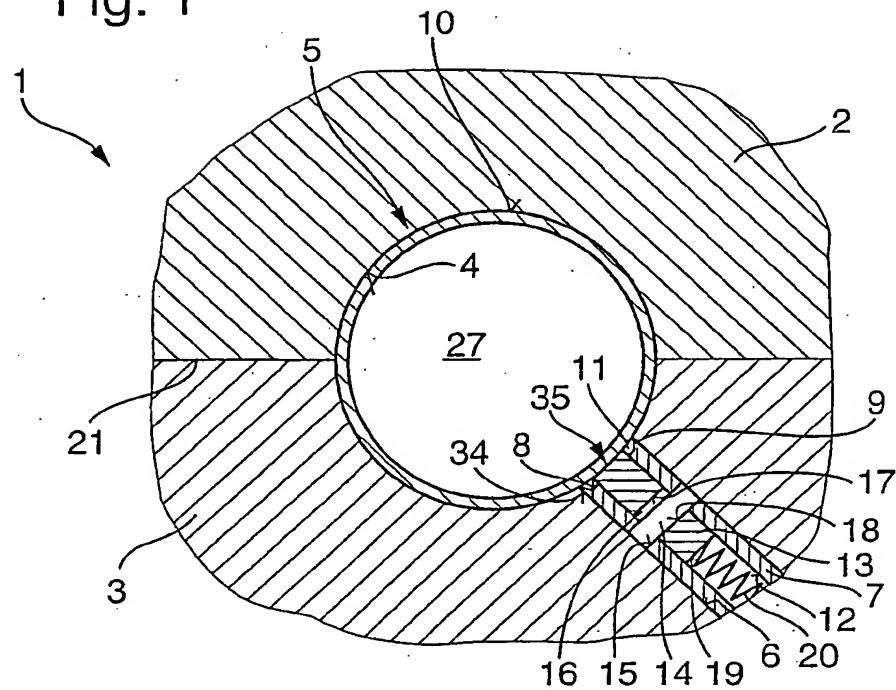


Fig. 2

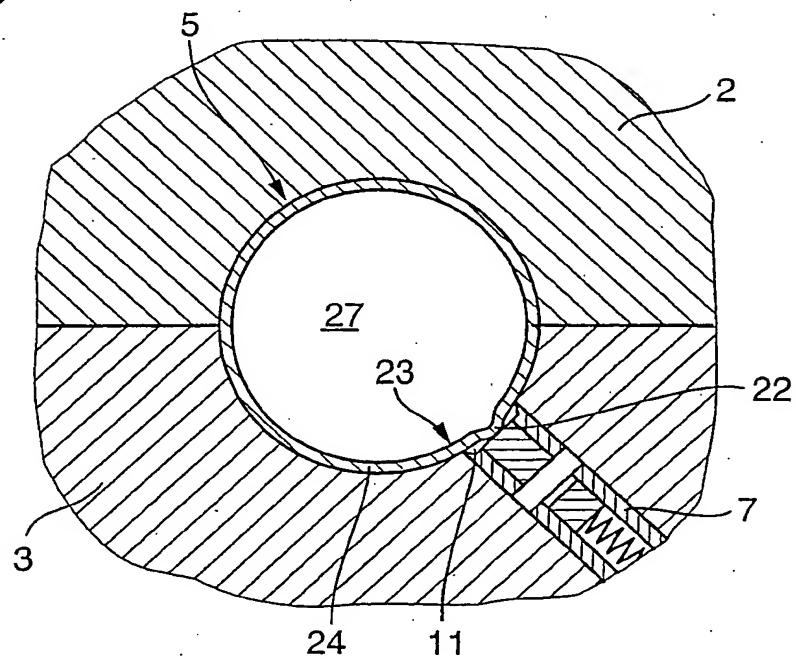


Fig. 3

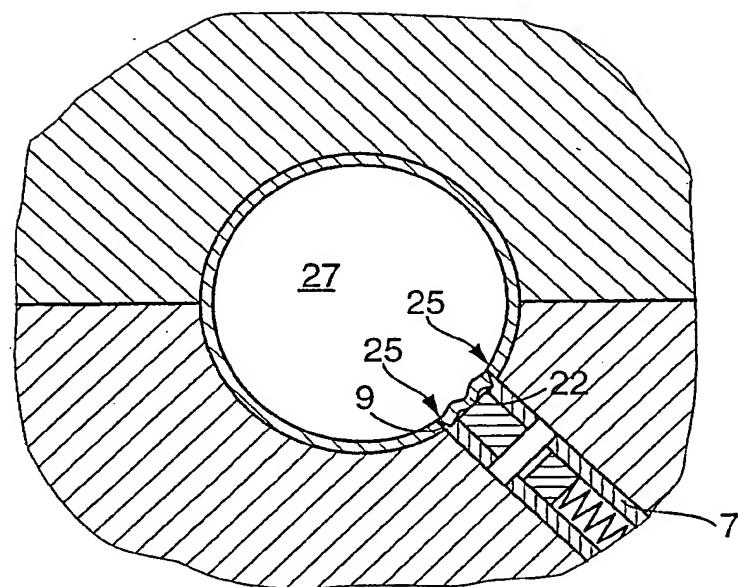


Fig. 4

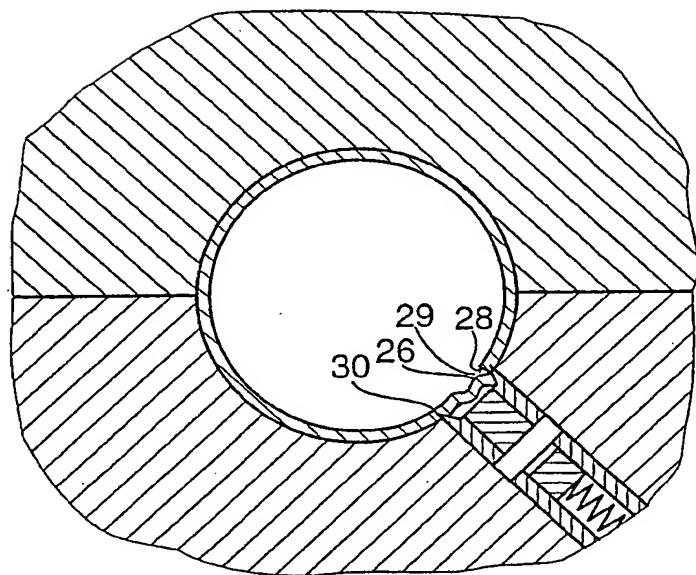


Fig. 5

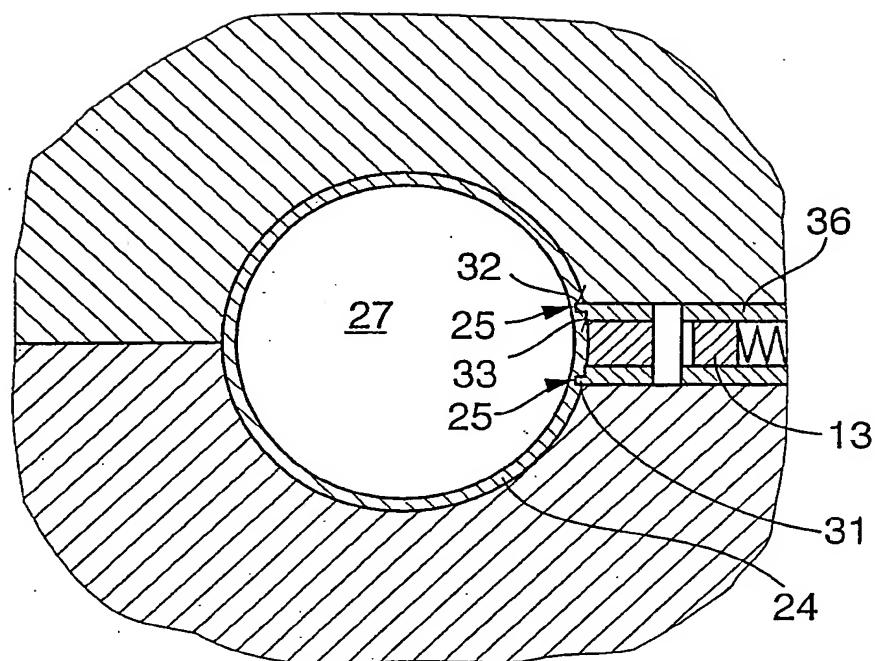


Fig. 6

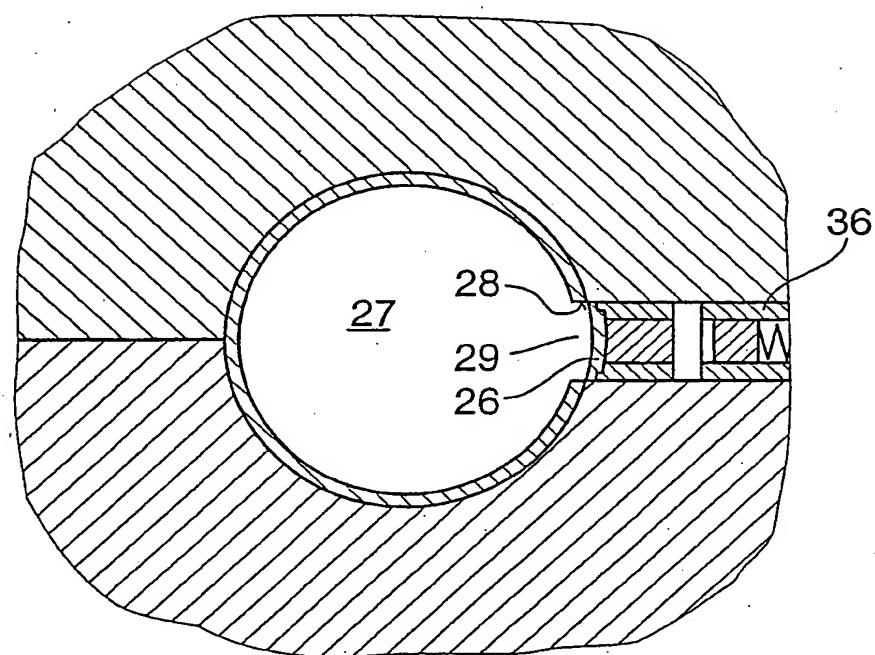


Fig. 7

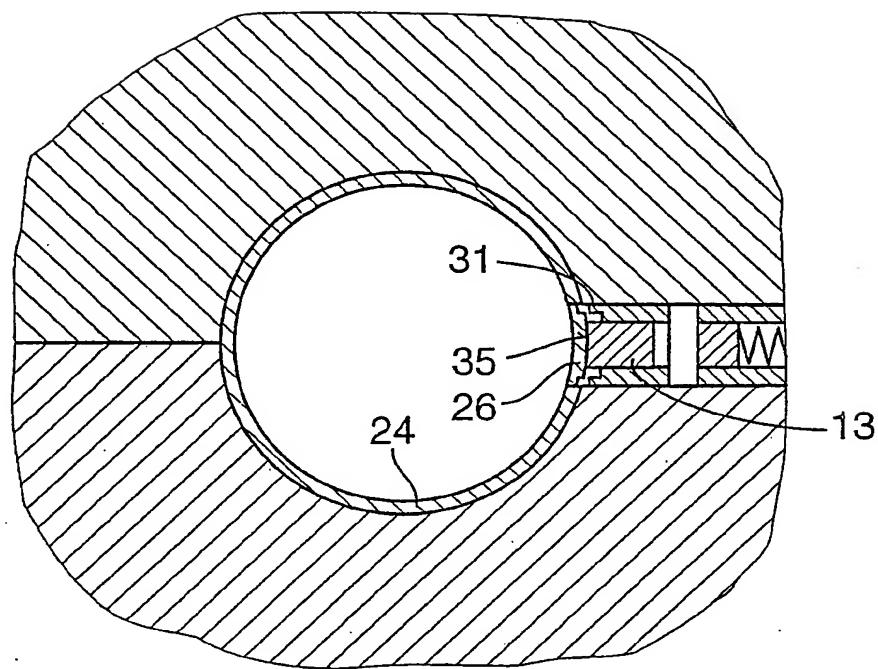


Fig. 8

